

Publication number : 62-023895

Date of publication of application : 31.01.1987

Int.Cl. B63G 8/00

Application number : 60-161760

Date of filing : 24.07.1985

Inventor : URA TAMAKIMAEDA HISAAKISAKAUCHI MASAOTOMOTA  
YOSHIFUMIASADA SATOSHI

# GLIDER TYPE SUBMARINE BOAT WITH CONTROL OF HULL ATTITUDE BY ADJUSTMENT OF GRAVITY AND BUOYANCY

## Abstract:

**PURPOSE:** To enable a submarine boat to move a long distance with a small energy consumption, by forming a part or the whole of a hull into a flat wing section, and controlling a hull attitude with a small underwater resistance by means of an attitude control device adjusting a center of gravity and a center of buoyancy to thereby let the hull be rapidly submerged or surfaced.

**CONSTITUTION:** A part or the whole of a hull 1 is formed into a flat wing section, and the hull 1 is provided at its rear portion with vertical tails 6 and 7, rotatable horizontal tails 4 and 5, and a buoyancy adjusting device. The hull 1 is further provided with an attitude control device for freely changing a hull attitude by mutually moving the water in plural ballast tanks 34, 35 and 36 to move a center of gravity, and simultaneously controlling an angle of the horizontal tails 4 and 5, an angle of a propeller 8 and a bow thruster 19. Thus, the hull attitude is controlled to have the lowest moving resistance for horizontal and vertical movements, so as to let the hull be rapidly submerged and surfaced, thereby attaining a long-distance horizontal movement with a small energy consumption.

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-23895

⑮ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和62年(1987)1月31日

B 63 G 8/00

7817-3D

審査請求 有 発明の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 重力・浮力調整による艇姿勢の制御を用いたグライダー型潜水艇

⑯ 特 願 昭60-161760

⑰ 出 願 昭60(1985)7月24日

⑱ 発 明 者	浦	環	東京都杉並区西荻北3丁目28番6号
⑱ 発 明 者	前	田 久 明	東京都目黒区八雲3丁目17番25号
⑱ 発 明 者	坂	内 正 夫	横浜市緑区美しが丘2丁目56番7号
⑱ 発 明 者	友	田 好 文	東京都文京区本郷4丁目20番1号401
⑱ 発 明 者	浅	田 敏	東京都新宿区下落合3丁目13番12号
⑰ 出 願 人	東	京 大 学 長	
⑱ 代 理 人	弁	理 士 杉 村 曉 秀	外1名

## 明 細 書

1. 発明の名称 重力・浮力調整による艇姿勢の制御を用いたグライダー型潜水艇

## 2. 特許請求の範囲

1. 一部または全部を偏平な翼形断面形状とし、艇体と該艇体後部に設けた垂直尾翼と、該艇体後部に回動可能に取り付けた水平尾翼と、該艇体の浮力を調節する浮力調節装置と、重心または浮力調節により該艇体の姿勢を制御する姿勢制御装置とを具備することを特徴とするグライダー型潜水艇。
2. 前記姿勢制御装置が前記本体の上下に水流を噴出する上下スラストである特許請求の範囲第1項記載のグライダー型潜水艇。
3. 前記姿勢制御装置が浮力体を前記本体の前後および／または左右に移動させる機構である特許請求の範囲第1項記載のグライダー型潜水艇。
4. 前記姿勢制御装置が重量物を前記本体の前

後および／または左右に移動させる機構である特許請求の範囲第1項記載のグライダー型潜水艇。

5. 前記姿勢制御装置が艇体船首を前後にスライドさせる機構である特許請求の範囲第1項記載のグライダー型潜水艇。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は重心、浮力調整による姿勢制御により急速な潜降浮上を可能にした潜水艇に関するものである。

(従来の技術)

近年、海洋開発の進展にともない海洋調査を行なう潜水艇の役割も大きくなってきている。潜水艇は大別すると母船による手厚い支援を受ける有索のものと、独立して動き得る無索のものとがある。これらのそれぞれに有人のものと無人のものがある。いずれの潜水艇においても垂直方向の移動はバラストタンク内の空気量の変化により行ない、水平方向の移動は電動モータ等の回転駆動

装置によるスクリュウ駆動が一般的である。

(発明が解決しようとする問題点)

ところがこのような従来の潜水艇において、潜降、浮上はその姿勢をほとんど直立に保ったままなされていた。これは有人の潜水艇の場合には内部の乗員のために必要となるが、無人の潜水艇においても水平移動の際の安定性を高めるため常時艇体を一定姿勢に保つ構造となっていたためである。しかしながら潜水艇は一般に最もエネルギーを大きく消費する水平移動の際に抵抗が小さいような形状となっており垂直移動の際にはかなり抵抗が大きいものが多いため潜降、浮上の速度は毎秒1m程度しか得られなかった。このため例えば水深5000mの大洋海底で潜水艇を作業させる時には艇の潜降、浮上に合計3時間以上もの時間を要し、海底での作業時間を1時間程度とするとこの時間はあまりにも大きく、潜水艇を用いた海洋調査が思うようにはかどらない原因となっていた。

(問題点を解決するための手段)

本発明の目的はこのような従来の潜水艇におけ

る問題点を解決し、急速な潜降浮上を可能にした潜水艇を得ることである。この目的を達成するため本発明のグライダー型潜水艇は一部または全部を扁平な翼形断面形状とした艇体と、該艇体後部に設けた垂直尾翼と、該艇体後部に回動可能に取り付けた水平尾翼と、該艇体の浮力を調節する浮力調節装置と、重心または浮心調節により該艇体の姿勢を制御する姿勢制御装置とを具えることを特徴とするものである。

(作用)

本発明の構成によれば姿勢制御装置により潜水艇の姿勢を自由に變化させることができるので水平移動、垂直移動のそれぞれに最も移動抵抗の小さい姿勢をとらせることができ急速な潜降浮上が可能になる。

(実施例)

第1図、第2図はそれぞれ本発明によるグライダー型潜水艇の艇体を翼とした外形の平面図及び側面図である。潜水艇の艇体1は艇体中央部2と艇体側部3とから成り、比較的平坦な形状に形成

3

する。艇体1の後方側部には後述する水平尾翼アクチュエータ28,29によりその角度を可変させ得る水平尾翼4,5を設け、艇体1の後部上下面にはそれぞれ後述する垂直尾翼アクチュエータ26,27によりその角度を可変させ得る垂直尾翼6,7を設け、艇体1の後端には推進器8を設ける。次に第3図、第4図を参照にしてこの潜水艇内の装置を説明する。制御装置9は耐圧殻9A内に収容され、潜水艇の自動操作制御およびマニピュレータの自動操作制御を行なう。なお図中の他の円形で示した部材も全て耐圧殻内に収容したものを示している。ジャイロ装置10は艇体の傾斜等の姿勢変化を検出し、この情報を制御装置9に入力する。制御装置9はこのジャイロ装置10からの信号に基づいて水平尾翼4,5、垂直尾翼6,7を制御して艇の姿勢を自動制御する。なおこのジャイロ装置10もまた耐圧容器10A中に格納する。11は艇体中央部先端に設けられた照明装置で艇体下方を照らすように配設する。超音波通信装置(トランスポンダ)12は母船からの信号音を受けて応答信号を出

4

す装置であり、この装置により潜水艇の母船に対して位置が計測でき、海底に設置された他のトランスポンダを介して母船に送られる同様な信号により、潜水調査艇の海底に対する位置が検出できる。これらの情報は母船より潜水艇に連絡通信され、この情報は制御装置9に送られ潜水艇の自動操縦のために用いられる。13は通常のスチール写真をとるためのスチールカメラ、14はテレビカメラを示す。測深器15は水深を測定し、この検出値は制御装置9に入力する。可変バラスト16は水又は水銀を収容したプラスチックボール状のものでありその重心位置を可変させられるようになっている。可変浮力材17は浮心位置を可変させ得るようにしたものである。油圧装置18は艇内の油圧作動機器に油圧を供給するためのものである。上下スラスト19は垂直通路内に電動モータにより駆動するようにしたスクリュウを設けたものであり、艇体1の上方または下方へ水流を噴出し艇の姿勢変更および垂直移動をおこなわせる。マニピュレータ室20,21内には海底の資源の採集等に用い

5

6

るマニピュレータが設置してあり、マニピレータの使用時にはマニピュレータ室20,21は開做する。

艇体側部の大部分を占める固定浮力材22,23は、空気入りガラス球又は空気入りプラスチック球を樹脂で固めたブロック材などの水より軽い材質より成っており艇に大きな浮力を与える。固定浮力材の下方には電池24,25を格納する。垂直尾翼アクチュエータ26,27は艇体中央部の尾部の上下に垂直に設けた垂直尾翼6,7を左右に傾動制御する。水平尾翼アクチュエータ28,29は艇体側部の左右にそれぞれ水平に突設した水平尾翼4,5を上下に回動制御させるものであり、制御装置の指令により艇体1の姿勢制御を行うものである。スラストモータ30は通常電動モータを利用し回転軸31の先端に取付けたスクリュウ32の回転により艇体1の後方へ水流を噴出する。このスラストモータ30はスラスト方向アクチュエータ33によりその回転軸31の方向を変えることができ、これにより水流の噴出方向を変え操舵機能をおこなわせるこ

とができる。艇体1の後部には右舷移動バラストチャンバ34と左舷移動バラストチャンバ35とを設け、艇体1の前部には船首バラストチャンバ36を設ける。これらのバラストチャンバは内部に水および空気を収容し、バラスト移動装置37,38,39により内部の水を相互に移動させることにより艇重心位置を変化させ艇の姿勢を可変させることができる。

なお、この第3図、第4図中において円で囲んだ部分は耐圧殻を示し、他の部分は水漬けとなってもよい部分である。このように耐圧殻中に収容したものと水漬けのものとを分けた理由は次の通りである。水中で前、後進、旋回を行うとき、重力と浮力とがつり合った状態にするが耐圧殻をよほど軽くしないかぎり耐圧殻に作用する浮力より重力のほうが大きくなってしまふ。そこでこの潜水艇では図の円で囲んだ耐圧殻の中に配置する機器は最小限とし、他のほとんどの機器は耐圧殻の外に出し、耐圧殻の軽量小型化をはかっている。耐圧殻外に置かれた機器はごく一部を耐圧容器に

7

入れ、そのほかは油につけてある。この油に水圧が加わって外水圧とつねに均り合うようにすれば、重量のふえる耐圧構造にする必要がないからである。マニピュレータ室20,21は水中操作器具を装備しているので当然に水漬けとなる。以上の第1～4図に示すものは無人無索で母船と交信できるようにして母船上より自動操縦により6000m位の深海の海底を探索するものと想定している。

次にこの潜水艇の作用を説明する。まずこの潜水艇の各部に作用する力の関係を第5図を参照して説明する。第5図は本発明の潜水艇を模式化して示したものであり、翼型の艇体と取付け角可変の水平尾翼を有する艇を示している。なお説明を簡単にするために艇体は上下対称とし、重心位置、浮心位置は対称線上に置き、水平尾翼はその空力中心に回転し得るものとし、この回転モーメントは無視できるくらい小さいものとする。各部の記号は以下の通りである。

記号

L: 艇体部に作用する揚力

8

D: " " 抗力

Lt: 補助翼に作用する揚力

Dt: " " 抗力

W: 重量

ℓ: 艇の長さ

V: 航行速度

r: 艇の潜降角度

α: 仰角

η: 補助翼の取付け角

h<sub>0</sub>ℓ: 艇の前端から艇体の空力中心までの距離

h<sub>ℓ</sub>: " 艇の重心までの距離

h<sub>h</sub>ℓ: " 浮心までの距離

h<sub>h</sub>ℓ: " 補助翼の空力中心までの距離

M<sub>c</sub>: 艇体部に作用するモーメント

これらの記号を用いて潜水艇の定常航行時の各部に作用する力の関係を式で表わすと次式のようなになる。

$$(L + Lt) \sin r - (D + Dt) \cos r = 0 \quad (1)$$

$$(L + Lt) \cos r + (D + Dt) \sin r + (B - W) = 0 \quad (2)$$

9

10

$$(l \cos \alpha + D \sin \alpha)(h - h_0) \ell + M_c - (h_0 - h) \ell B \cos(\tau - \alpha) - (l \cos \alpha + D \sin \alpha)(h_0 - h) \ell = 0 \quad (3)$$

上式において艇体重量、浮力、重心位置、浮心位置を固定した場合には未知量は潜降角度、仰角、水平尾翼取付け角、航行速度である。例えば航行速度を既知なものとして与えれば(1)～(3)式を解くことにより他の未知量を決定することができる。この場合浮心位置と重心位置とが固定されているので静止時の姿勢は一定となり、姿勢の変化は航行時の水平翼の取付けの制御によってなされることになる。

次に潜降または浮上と同時に重心位置を移動させた場合を考える。潜降時に一定量のバラスト  $\Delta W$  を  $h'$  の位置に加え、浮上時にこの  $\Delta W$  のバラストを投棄させるとすると(4)式における重量  $W$  は潜降時  $W + \Delta W$ 、浮上時  $W$  と置けば良い。また潜降時と浮上時とが同じ条件とする場合  $V$  を一定とし潜降時の  $\tau$ 、 $\alpha$ 、 $\eta$  をそれぞれ浮上時には  $-\tau$ 、 $-\alpha$ 、 $-\eta$  とすればよく、また揚力とモーメント

も潜降時の  $L$ 、 $L_L$ 、 $M_c$  が浮上時には  $-L$ 、 $-L_L$ 、 $-M_c$  となる。潜降時を基準に考えた場合、浮上時に  $h'$  の位置から  $\Delta W$  のバラストを投棄すると重量が軽くなり浮力が生ずると同時に重心位置が移動する。この時生ずるモーメントは  $(h - h') \ell \Delta W \cos(\tau - \alpha)$  となり、浮上時にはこれを(3)式の左辺に加えることになる。 $h'$  は  $\Delta W$  が与えられると定めることができ、潜降時に艇を下方に引張る力と浮上時に艇を上方に引っ張る力とを同じにした場合には

$$\Delta W = 2(B - W) \quad \text{となり}$$

$$h' = h + 2(h - h_0)B/\Delta W \quad \text{となる。}$$

以上のことから重心位置を一定とし、水平尾翼の取付け角変化により艇の姿勢変更を行うようにした場合にはある程度の速度がなければ姿勢変更ができず、またその角度もあまり大きくすることはできないが、重心位置を移動させるようにした場合には、重心位置の変化によりモーメントが生ずるためほとんど静止に近い状態からでも姿勢変更ができ、その角度も大きくすることができるこ

1 1

とである。なお(1)～(3)式は静的な力のつり合い式であるが、慣性力を考慮した場合の運動方程式を次に示す。潮流を無視した場合の潜水艇の左右対称な2次元運動方程式は(1)～(3)式と同様の過程の基で(6)～(8)式のように書くことができる。ただし、ここでは重心の位置を艇の中心線上ではなく、その下方  $b \ell$  の位置にあるものとする。

$$m \{ du/dt + h \ell dq/dt + wq - h \ell q^2 \} = X \quad (6)$$

$$m \{ dw/dt - h \ell dq/dt - uq - b \ell q^2 \} = Z \quad (7)$$

$$\{ I_y + m(h \ell)^2 + m(b \ell)^2 \} dq/dt + m \{ b \ell du/dt - h \ell dw/dt \} + m \{ h \ell uq + b \ell wq \} = M \quad (8)$$

ここで記号は以下の通りである。

$u$  : 艇の長手方向への移動速度

$w$  : 艇の上下方向への "

$q$  : 艇のピッチング角速度

$m$  : 艇の質量

$I_y$  : 艇のピッチング慣性モーメント

$X$  : 艇の長手方向に作用する力

$Z$  : 艇の上下方向に作用する力

$M$  : 艇の水平横手軸まわりに作用するモーメント

1 3

1 2

$b \ell$  : 艇の重心の艇の中心線下の距離

$t$  : 時間

艇の重心位置 ( $h \ell, b \ell$ ) を変えることにより、運動方程式(6)～(8)を変えることができる。また  $(m \ell d^2 h/dt^2, m \ell d^2 b/dt^2)$  は、重心を急速に移動したことによる慣性力であるが、これをグランベールの原理に基づいて(6)、(7)およびそれによる慣性モーメント(8)式の左辺に外力として加え、急速な重心移動の効果を表わすことができる。特に(8)式のピッチング運動を主として支配する方程式では加速度  $d^2 h/dt^2$  を大きくすることにより重心移動の効果を大きくすることができる。すなわち重心位置を速く変化させることにより姿勢変更も速く行なうことができる。

第3、4図に示した実施例では3個のバラストチャンバ34、35、36内の水を相互に移動させることにより重心位置を移動させることができ、これによりほとんど静止状態に近い状態から容易かつ確実に急角度の姿勢変更を行なうことができ、潜降、浮上に際し最も水中抵抗の少ない部分を潜降また

1 4

は浮上方向に向くように潜水艇の姿勢変更を行なうことができるので、急潜降、急浮上を行なうことができる。尚姿勢変更の際には水平尾翼4、5の角度制御、推進器8の角度制御、および上下スラスタ19の制御を同時に行うようにすればさらに迅速な姿勢制御を行なうことができる。

この潜水艇の水平移動時にはスクリュウ推進による他に偏平な翼形断面形状の艇体を利用して充分な揚力が生じるように適切な角度を保って艇体を浮上および潜降させることにより少ないエネルギー消費量で長距離の水平移動をさせることができこれにより広範囲な海洋調査を行うことができる。

次に第6、7図を参照して本発明の他の実施例を詳述する。この実施例では重心移動の他の手段として艇体中央部前端2aを艇体中央部2と別体とし、移動装置40により突出および後退させることにより重心移動を行なうようにしたものであり、他の構成は前述の実施例と同様である。この実施例においても前述の実施例と同様の作用効果を得ることが可能である。

(効果)

以上詳述したように本発明のグライダー型潜水艇は艇体の一部または全部を偏平な翼形断面形状とするとともに、重心または浮心調節による姿勢制御装置を具える構成としたため、垂直移動の際には姿勢制御装置により最も水中抵抗の少ない方向が進行方向となるように姿勢を制御することができるので潜降、浮上の際の速度が増加し潜降、浮上に要する時間を短縮することができ、また水平移動の際には艇体の偏平な翼形断面部分を利用して充分な揚力が生じるように適切な角度を保って艇体を浮上および潜降させることにより少ないエネルギー消費量で長距離の水平移動ができ、海洋調査の調査時間の短縮および調査範囲の拡大に寄与する所大である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明のグライダー型潜水艇の一実施例を示す平面図、

第2図は第1図の潜水艇の側面図、

第3図は第1、2図の潜水艇に搭載されている

15

装備の一例を示す平面透視図、

第4図は第3図の潜水艇の側面透視図、

第5図は本発明の潜水艇の水中航行時に使用する力の関係を示す図、

第6図は本発明の他の実施例の平面透視図、

第7図は第6図の潜水艇の側面透視図である。

- |                    |            |
|--------------------|------------|
| 1…艇体               | 2…艇体中央部    |
| 3…艇体側部             | 4,5 …水平尾翼  |
| 6,7 …垂直尾翼          | 8…推進器      |
| 9…制御装置             | 10…ジャイロ装置  |
| 11…照明              | 12…超音波通信装置 |
| 13…スチールカメラ         | 14…テレビカメラ  |
| 15…測深器             | 16…可変バラスト  |
| 17…可変浮力材           | 18…油圧装置    |
| 19…上下スラスタ          |            |
| 20,21 …マニピュレータ室    |            |
| 22,23 …固定浮力材       | 24,25 …電池  |
| 26,27 …垂直尾翼アクチュエータ |            |
| 28,29 …水平尾翼アクチュエータ |            |
| 30…スラスタモータ         | 31…回転軸     |

16

- 32…スクリュウ  
33…スラスタアクチュエータ  
34…右舷移動バラストチャンバ  
35…左舷移動バラストチャンバ  
36…船首バラストチャンバ  
37,38,39…バラスト移動装置  
40…艇体船首移動装置

特許出願人 東京大学長

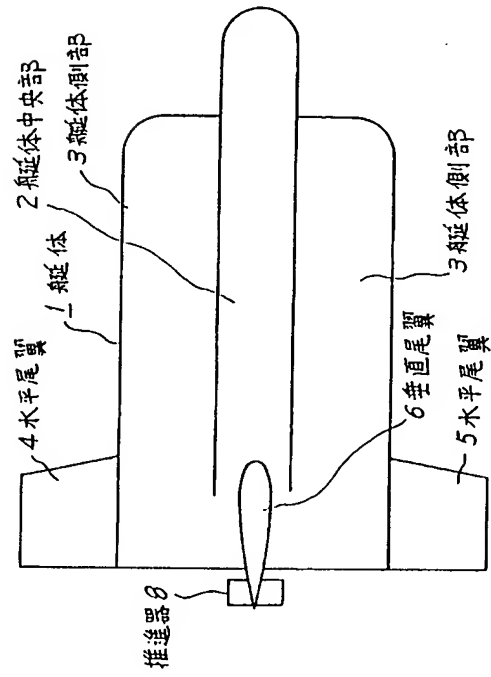
代理人弁理士 杉村 暁 秀

同 弁理士 杉村 興 作

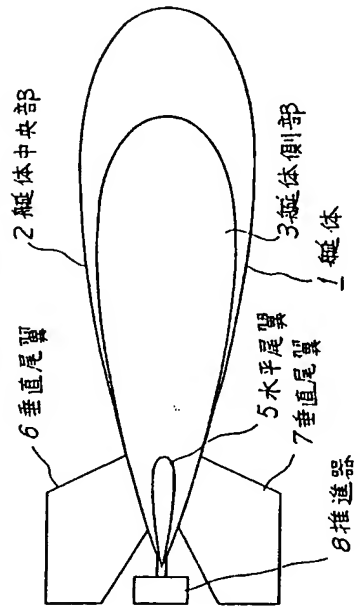
17

18

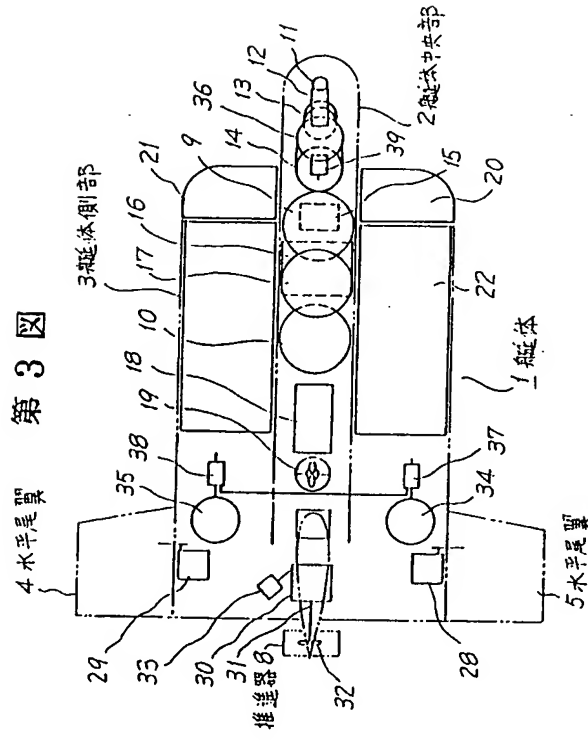
第 1 図



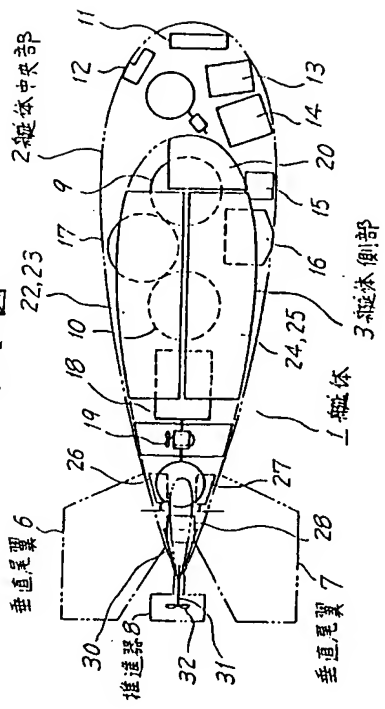
第 2 図



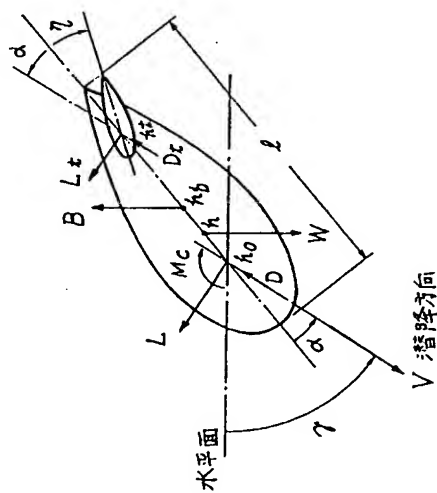
第 3 図



第 4 図



五 報



𠄎  
𠄎  
𠄎

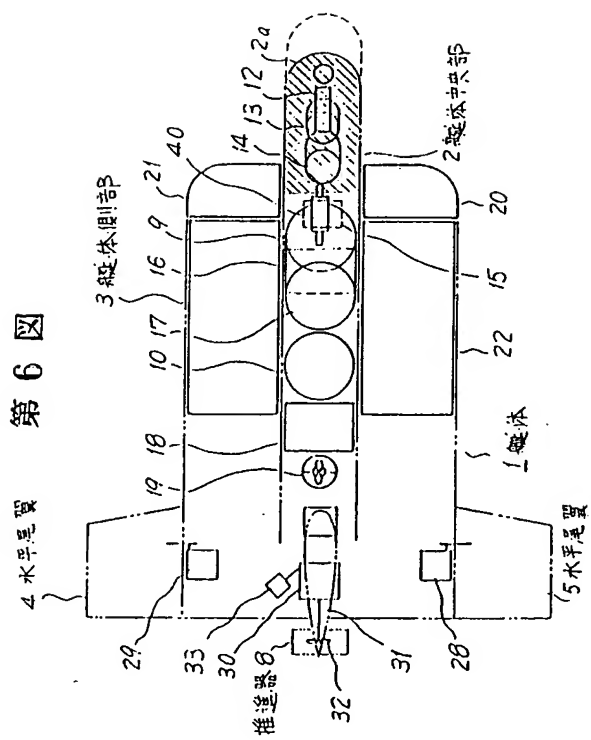


圖  
乙  
紙

